

(5)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-204607

(43)Date of publication of application : 22.07.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 05-001501

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 08.01.1993

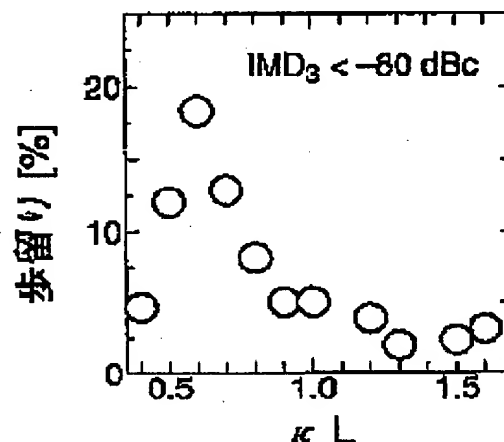
(72)Inventor : OKUDA TETSURO

## (54) DISTRIBUTED FEEDBACK TYPE SEMICONDUCTOR LASER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a DFB laser having high efficiency and low intermodulation distortion with excellent yield.

CONSTITUTION: In a distributed feedback type semiconductor laser (the DFB laser) in this invention, which has a uniform diffraction grating and a uniform optical guide in the resonator direction and is constituted so that end-face reflectivity is less than 5% on a front, the product of a coupling coefficient  $\kappa$  and cavity length  $L$  is shown in  $0.4 \cdot \kappa L \cdot 1.0$  or  $0.5 \cdot \kappa L \cdot 0.7$ . Consequently, the DFB laser for analog optical transmission having low distortion is acquired with comparatively high yield. The distributed feedback type semiconductor laser is constituted so that end-face reflectivity reaches 1% or less on the front or 50% or 90% or more on the rear. Accordingly, yield is further improved, and the efficiency of the DFB laser is also enhanced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.01.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 14.05.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2600490

[Date of registration] 29.01.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 08-08760

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 06.06.1996

[Date of extinction of right] 02.10.1998



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-204607

(43)公開日 平成6年(1994)7月22日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

審査請求 有 請求項の数6(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-1501

(22)出願日 平成5年(1993)1月8日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 奥田 哲朗

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

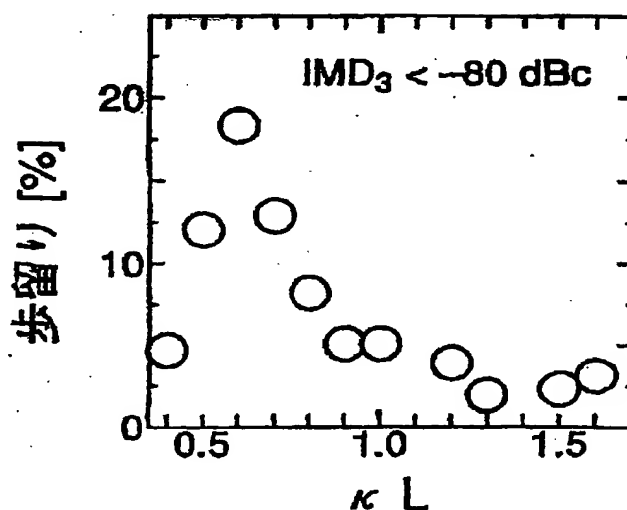
(74)代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54)【発明の名称】 分布帰還型半導体レーザ

(57)【要約】

【目的】 高効率で低相互変調歪のDFBレーザを歩留りよく得る。

【構成】 本発明のDFBレーザは、共振器方向に均一な回折格子と均一な光導波路を持ち、端面反射率が前面で5%未満となるように構成した分布帰還型半導体レーザにおいて、結合係数 $\kappa$ と共振器長 $L$ の積が $0.4 \leq \kappa L \leq 1.0$ あるいは $0.5 \leq \kappa L \leq 0.7$ であることを特徴とする。このようにすれば、比較的高い歩留りで低歪のアナログ光伝送用DFBレーザが得られる。また、この分布帰還型半導体レーザにおいて、端面反射率が前面で1%以下あるいは端面反射率が後面で50%または90%以上となるように構成したことを特徴とする。これにより、さらに歩留りが改善され、しかもDFBレーザの効率も高くなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】共振器方向に均一な回折格子と活性層を有し、前面の反射率が5%未満でかつ、活性層と回折格子との結合係数 $\kappa$ と共振器長 $L$ の積が $0.4 \leq \kappa L \leq 1.0$ であることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ。

【請求項2】共振器方向に均一な回折格子と活性層を有し、前面の反射率が1%以下でかつ、活性層と回折格子との結合係数 $\kappa$ と共振器長 $L$ の積が $0.5 \leq \kappa L \leq 0.7$ であることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ。

【請求項3】共振器方向に均一な回折格子と活性層を有し、前面の反射率が1%以下でかつ、活性層と回折格子との結合係数 $\kappa$ と共振器長 $L$ の積が $0.4 \leq \kappa L \leq 1.0$ であることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ。

【請求項4】共振器方向に均一な回折格子と活性層を有し、前面の反射率が1%以下でかつ、活性層と回折格子との結合係数 $\kappa$ と共振器長 $L$ の積が $0.5 \leq \kappa L \leq 0.7$ であることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ。

【請求項5】請求項1～4のいずれかに記載の分布帰還型半導体レーザにおいて、後面の反射率が50%以上であることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ。

【請求項6】請求項1～4のいずれかに記載の分布帰還型半導体レーザにおいて、後面の反射率が90%以上であることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、分布帰還型半導体レーザに関し、特に相互変調歪特性に優れたアナログ変調用分布帰還型半導体レーザに関する。

## 【0002】

【従来の技術】サブキャリア多重光伝送方式などに用いられるアナログ変調用光源には、高効率で相互変調歪の小さい分布帰還型半導体（DFB）レーザが要求されている。例えば移動通信システム用では3次相互変調歪（3rd intermodulation distortion；IMD<sub>3</sub>）が十分に小さい素子が要求されている。

【0003】DFBレーザの相互変調歪はレーザの電流－光出力（I－L）特性の線形性に大きく関係し、I－L特性の線形性を改善するためには結合係数や端面反射率を最適化する必要がある。

【0004】DFBレーザの最適化設計には従来様々な検討がなされている。例えば、特開平2-90688号公報、特開平2-20087号公報では $\kappa L$ や端面反射率を最適化した位相シフトDFBレーザが提案されている。また、特開平1-155677号公報では $\kappa L$ と端面反射率を最適化した均一な回折格子を持つDFBレーザが提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のDFBレーザはアナログ変調を目的としたものではなく、相互

変調歪特性については何ら保障されていなかった。

【0006】本発明の目的は、DFBレーザのアナログ変調歪特性と単一モード性を含めた歩留りおよび効率を改善し、低価格の低歪アナログ変調用DFBレーザを実現することにある。

## 【0007】

共振器方向に均一な回折格子と活性層を有し、前面の反射率が5%未満でかつ、活性層と回折格子との結合係数 $\kappa$ と共振器長 $L$ の積が $0.4 \leq \kappa L \leq 1.0$ であることを特徴とする。

【0008】さらに本発明によれば、上記の構成において結合係数 $\kappa$ と共振器長 $L$ の積が $0.5 \leq \kappa L \leq 0.7$ となるようにするのが好適である。

【0009】また本発明によれば、上記の構成において前面の反射率が1%以下となるようにするのが好適である。

【0010】また本発明によれば、上記の構成において後面の反射率が50%以上であることを特徴とする。

【0011】さらに本発明によれば、上記の構成において後面の反射率が90%以上となるようにするのが好適である。

## 【0012】

【作用】図1、図2、図3を用いて本発明の原理を説明する。

【0013】図1は端面反射率が前面で1%、後面で75%の均一な回折格子を持つDFBレーザについて、結合係数と共振器長の積 $\kappa L$ に対する歩留りを計算した結果である。ここでは、規格化反射鏡損失が0.05以上で、平均光出力8mW、変調度20%でIMD<sub>3</sub> ≤ -80dBcを満足する素子の割合を歩留りとしている。これは共振器方向の電界強度分布を考慮したI－L特性を求め、その線形性から歪率を計算した結果に基づいている。これから $\kappa L$ が0.4～1.0の範囲で歩留りが5%より高くなり、0.5～0.7の範囲で歩留りが10%より高くなることが分かる。

【0014】図2は歩留りの前面および後面の端面反射率依存性を同じ方法で計算した結果である。図2(a)は $\kappa L = 0.7$ で後面反射率が75%の場合についての歩留りの前面反射率依存性を示したものである。これから前面反射率を5%未満にすることにより歩留りを少なくとも10%以上にできる。また、前面反射率が3%付近で歩留りの極小値が存在するが、前面反射率を1%以下にすることで歩留りは少なくとも12%以上にすることが可能となる。図2(b)は $\kappa L = 0.7$ で前面後面反射率が1%の場合についての歩留りの後面反射率依存性である。これから後面反射率が約50%以上で歩留りが10%より高くなることが分かる。

【0015】図3は、比較的高い歩留りの得られる $\kappa L = 0.7$ の場合について各反射率における平均的な効率

を、前面反射率1%、後面反射率75%の場合の平均効率で規格化して示したものである。図3(a)より前面反射率については反射率が1%以下では効率はほぼ一定で、1%を越えると効率が徐々に低下することが分かる。また図3(b)より後面反射率が高くなるに伴い効率は直線的に上昇することが分かる。したがって、後面反射率を90%以上にするによりさらに効率が改善され、反射率100%の時に効率は最大となる。なお、後面からの光出力モニターを必要とする場合は、反射率を98%以下に留める必要がある。

【0016】

【実施例】以下に、本発明の1.3 $\mu$ m帯DFBレーザにおける実施例を図面を用いて説明する。

【0017】図4に本発明のDFBレーザの製造工程を示す。図4(a)のように、光干渉露光法によりn型InP基板10上に周期2025オングストローム、深さ250オングストロームの回折格子11を形成する。この回折格子上に、図4(b)のように、n-InGaAsP光ガイド層12を1000オングストローム、多重量子井戸(MQW)活性層13、p-InPクラッド層14を約0.5 $\mu$ mの膜厚でMOVPE法により形成する。

【0018】MQW活性層について図5を用いて説明する。図5は、本発明のMQWのバンド構造の一例を示したものである。このバンド構造は、井戸層30が1.4 $\mu$ m波長組成、厚さ57オングストロームで、障壁層31が1.13 $\mu$ m波長組成、厚さ100オングストロームで、これを5周期繰り返し、両側に1.13 $\mu$ m波長組成のSCH層32、33を、p層側、n層側にそれぞれ600オングストローム、300オングストロームの厚さで設けた構造である。

【0019】これらの層の形成後、ボジ型ホトレジストを塗布し、露光、エッチングにより図4(c)のようにストライプを形成する。

【0020】この後、LPE法によりp-InP電流ブロック層15、n-InP電流ブロック層16、p-InPクラッド層17、波長1.4 $\mu$ m組成のp-InGaAsPキャップ層18を形成する。次いで電極19、20を蒸着し、劈開し、端面にSiN膜による反射率1%と75%のコーティングを施し、チップに切り出す。

【0021】この素子は1.31 $\mu$ mで発振し、効率を

測定した結果、約0.4W/Aであり、非常に良好であった。また $\kappa L$ は測定の結果、約0.9であった。試作した素子をモジュール化し、2信号で3次相互変調歪を測定した結果、平均ファイバー出力4mW、変調度20%でIMD<sub>3</sub> < -85dBcと非常に良好な歪特性を得ることができた。

【0022】この場合、IMD<sub>3</sub> < -85dBcを満足する素子は全体の約4%程度であった。したがって、歩留りを向上させるために回折格子の深さを200オングストロームとして、同様に素子を作製したところ、 $\kappa L$ は約0.7となり、歩留りは約12%となった。さらに、前面の反射率を0.1%としたところ歩留りはさらに向上し約16%となった。また、後面反射率を90%にすると、効率が約0.43W/Aとなった。

【0023】なお、本実施例では多重量子井戸活性層を用いたが、バルク活性層を用いた場合にでも同様の効果が得られることは容易に推測される。

【0024】

【発明の効果】本発明によるDFBレーザによれば、高効率でI-L特性の直線性のよい低歪アナログ光伝送用DFBレーザを高歩留りで得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理を示す図である。

【図2】本発明の原理を示す図である。

【図3】本発明の原理を示す図である。

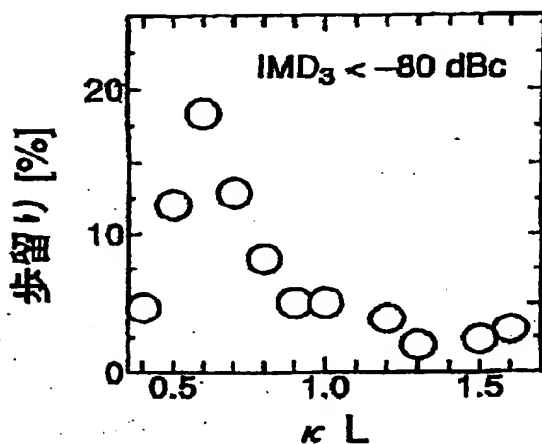
【図4】本発明の製造工程を説明するための図である。

【図5】本発明の一実施例を説明するための図である。

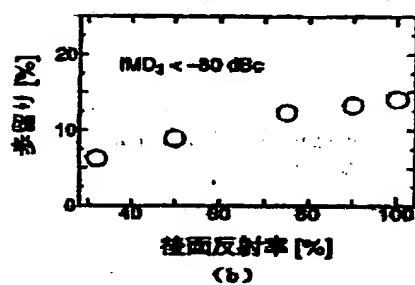
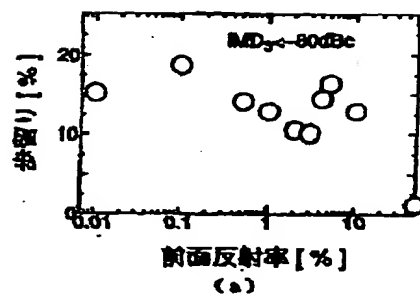
【符号の説明】

- 10 n型InP基板
- 11 回折格子
- 12 n-InGaAsP光ガイド層
- 13 多重量子井戸(MQW)活性層
- 14 p-InPクラッド層
- 15 p-InP電流ブロック層
- 16 n-InP電流ブロック層
- 17 p-InPクラッド層
- 18 p-InGaAsPキャップ層
- 19, 20 電極
- 30 井戸層
- 31 障壁層
- 32, 33 SCH層

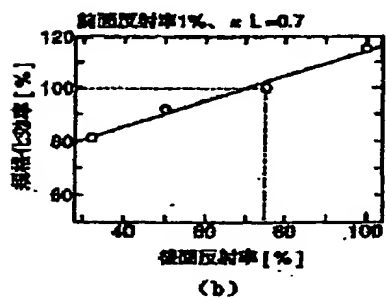
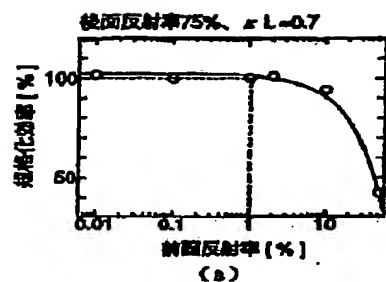
【図1】



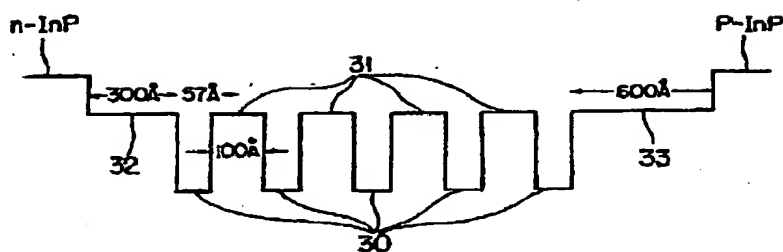
【図2】



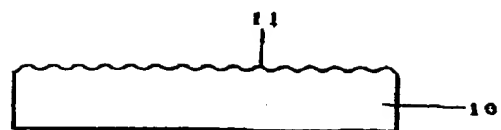
【図3】



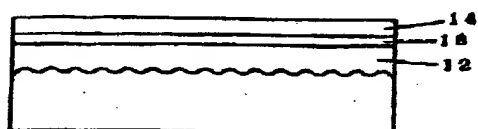
【図5】



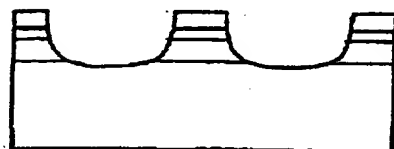
【図4】



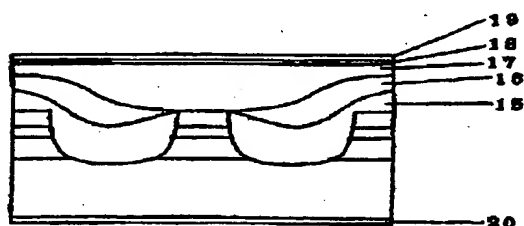
(a)



(b)



(c)



(d)

